

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ДЕТАЛИЗАЦИИ

Lebedeva O.A.

FEATURES OF TRANSPORT PLANNING USING MODELS OF VARIOUS DETAILS

Аннотация. Представленный аналитический обзор методологий моделирования определяет стандарты для всей процедуры обработки транспортной модели в зависимости от типа задачи или планируемых инвестиционных затрат. Возможно применение методологий моделирования к новым проектам, приводящим к изменению качества, объема транспортной инфраструктуры или общественного транспорта.

Ключевые слова: транспорт, модель, масштаб моделируемой территории, виды транспорта.

Abstract. The presented analytical review of modeling methodologies defines standards for the entire procedure of processing a transport model depending on the type of task or planned investment costs. It is possible to apply modeling methodologies to new projects that lead to a change in the quality, volume or use of transport infrastructure or public transport.

Keywords: transport, model, scale of the simulated territory, types of transport.

Моделирование и анализ данных – это способ прогнозирования транспортного спроса и поведения населения на определенной территории, а также планирования перспективных вариантов развития. Для каждой транспортной задачи существует несколько возможных альтернативных решений. Тестирование имеющихся вариантов в полевых условиях практически невозможно либо из-за их несовместимости, либо из-за неподъемных затрат. Транспортное моделирование позволяет проверить каждый предлагаемый вариант в нескольких реалистичных сценариях, поскольку финансовые затраты и время, затрачиваемое на изучение альтернатив, минимальны по сравнению с внедрением заведомо убыточных вариантов [1-4].

При создании модели важно отслеживать цель, для которой тестируется модель. Транспортные модели можно разделить по:

- протяженности моделируемой территории;
- виду транспорта;
- учету времени – временным потребностям на четко обозначенной территории;
- доступу к моделированию повседневной деятельности.

Транспортные модели, используемые на практике, часто представляют комбинацию перечисленных типов моделей [5-7].

В зависимости от масштаба исследуемой территории модели можно разделить на следующие подвиды.

Макроскопические модели, используемые для крупных территориальных единиц с разветвленной улично-дорожной сетью, на которых моделируется интенсивность транспортного потока, маршрутизация на определённой территории и разделение транспортных работ. Они служат в основном как: инструмент для оценки мер в рамках стратегического планирования; для территориально обширных проектов (строительство транспортной инфраструктуры); изменение транспортной политики (парковочные пространства, сборы). Существуют детерминированные модели с более низким уровнем детализации (утренний пик/будний день), в которых не рассматривается взаимодействие между транспортными средствами.

Микроскопические модели фокусируются на конкретном транспортном средстве, его поведении (поведении водителя), характеристиках и взаимодействии с другими транспортными средствами в потоке. Базовой информацией на детальном пространственном уровне являются: обработка подробной геометрии территории, размеры транспортных средств, их вес, максимальная скорость или значения ускорения. Выходные данные модели:

- задержка по времени;
- скорость транспортного средства;
- длина;
- особенности регулирования перекрестков.

Микроскопические модели подходят для оценки инфраструктуры или транспортно-организационных мероприятий в определенной области проектирования (перекресток города).

Мезоскопические модели – объединяют элементы макроскопических и микроскопических моделей. Они подробно оценивают территорию, используя более детальное разделение и характеристики отдельных элементов транспортной сети с учетом транспортных задержек при пересечении перекрестков, но не учитывают взаимодействие между транспортными средствами в потоке. Как и макроскопические модели, они предоставляют данные о транспортных потоках и транспортных связях. Благодаря более высокой территориальной детализации мезоскопические модели подходят для более мелких территориальных единиц на уровне районов, городов или агломераций. Используются для моделирования оценки транспортного спроса общественного транспорта.

Наноскопические модели – это микроскопические модели с акцентом на большую детализацию выбранных параметров модели. Они позволяют более подробно моделировать характеристики отдельных элементов системы (водитель / велосипедист / пешеход).

Гибридные модели – наиболее используемый тип транспортных моделей, которые объединяют вышеприведенные модели. Гибридная модель позволяет оценивать явления в разных ареалах с определенным уровнем детализации. Это сохраняет модель в разумных размерах, а также повышает эффек-

тивность общей работы. Для определения текущего состояния транспортного спроса используются измеренные значения транспортных потоков из обследований, и к ним добавляется прогнозируемый спрос, определяемый классическим четырехэтапным подходом или прогнозированием.

По количеству видов транспорта модели делятся на следующие подвиды.

Унимодальные – рассматривают модель только одного вида транспорта (индивидуального /общественного). Обработка такой модели проще из-за отсутствия алгоритма принятия решения по выбору вида транспорта, но его отсутствие ограничивает возможность прогнозирования спроса. Матрица корреспонденций по интенсивности дорожного движения отсутствует, поэтому ее компенсируют обширными эмпирическими данными. По этой причине модели общественного и индивидуального автомобильного транспорта не используются для среднесрочных и долгосрочных прогнозов. Модель калибруется по состоянию спроса и предложения на транспорт в соответствии с обследованиями потока. Любое изменение интенсивности движения связано с корректировкой маршрута. Унимодальные модели редко используются для автомобильного транспорта, чаще – для водного или железнодорожного. Рекомендуется использовать унимодальные модели только в случае микросимуляции или для макроскопических моделей со сбалансированной транспортной работой.

Мультимодальные модели – оценивают более одного вида транспорта и отражают изменения в спросе из-за конкуренции. Примерами являются модели грузовых перевозок, где железнодорожный и водный транспорт также моделируются в дополнение к автомобильному. Мультимодальная модель сравнивает предложение отдельных видов транспорта с помощью показателя обобщенной стоимости поездки. В случае пассажирского транспорта этот показатель объединяет данные о времени в пути (включая время ожидания), пересадках, плате за проезд общественным транспортом и расходах на топливо. В случае грузового транспорта в расчет может быть включена чувствительность товаров к скорости доставки и расходам или наличие перевалочного пункта или терминала. Результатом является сложный показатель, который используется для принятия решения участниками при выборе маршрута, пункта назначения и вида транспорта. На основе этих входных данных модель рассчитывает интенсивность движения для отдельных видов транспорта и делит их между общим объемом перевезенных пассажиров и грузов.

По времени модели делятся на следующие подвиды.

Статические модели – не учитывают динамику транспортной системы с течением времени, рассчитывают интенсивность за заданный период времени, отражаются в виде картограмм.

Динамические модели – некоторые из характеристик могут изменяться со временем. Они используются для анализа явлений, которые меняются с корот-

кими интервалами. Примером является транспортная модель, которая предоставляет данные об интенсивности для разного времени суток. Основное отличие от статических моделей заключается в том, что в модель входит плотность потока, то есть количество транспортных средств на 1 км улично-дорожной сети. Динамические модели лучше имитируют заторы на улично-дорожной сети и подходят для выявления проблемных мест. Динамическая модель приводит к моделированию интенсивности путем имитации движения транспортных средств во времени или в виде картограмм.

Рассмотрим модели, основанные на подходе «повседневной активности».

Модели, основанные на индивидуальных поездках. Они моделируют независимые от времени односторонние поездки между пунктом отправления и пунктом назначения. Модели часто используются для применения упрощенного подхода из-за доступности данных.

Модели, основанные на цепочках поездок. Основой этого подхода является цепочка поездок (тур) в течение дня – хронологически зависимые отдельные события. На практике этот подход используется как в грузовом, так и в пассажирском транспорте.

Модели пар поездок – этот подход моделирует отдельные пары поездок, из которых моделируются графики видов деятельности. Это сложный подход, поскольку параметры каждого вида деятельности включают время начала и окончания движения, продолжительность поездки, местоположение объекта и дополнительные условия. Это наиболее достоверный способ моделирования транспортного спроса. Он позволяет реагировать на инфраструктурные, транспортно-организационные, экономические характеристики, а также на меры, направленные на комплексное изменение дорожного движения. С практической точки зрения это самый сложный подход. Его использование предъявляет высокие требования к детализации дорожного движения, поведенческих особенностей населения и целевым показателям спроса на транспорт. Модели, использующие этот подход, ставят высокие требования к вычислительным мощностям, что является ограничивающим фактором для их развертывания на практике.

Транспортная модель – это компьютерное представление движения пассажиров или грузов (поездок) по транспортной сети в пределах определенной «области исследования», имеющей социально-экономические особенности и характеристики землепользования. Она предназначена для оценки спроса во временном пространстве.

Выходные данные транспортной модели могут предоставить информацию о существующей или прогнозируемой транспортной работе, тем самым поддерживая проектирование инфраструктуры и оперативное планирование. Транспортная модель может определять вероятные воздействия, которые воз-

никнут в результате предлагаемого проекта, стратегии или транспортной/экологической политики. Таким образом, транспортная модель играет важную роль в качестве инструмента поддержки принятия решений, предоставляя актуальную и точную информацию для планирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Лебедева, О.А.** Оптимизация транспортной сети с учетом оценки качества услуг общественного транспорта / О.А. Лебедева, В.Е. Гозбенко, С.К. Каргапольцев // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 1 (61). С. 112-118.

2. **Полтавская, Ю.О.** Сегмент городской улицы при оценке качества функционирования городского общественного пассажирского транспорта / Ю.О. Полтавская, А.Ю. Михайлов // В сборнике: Шаг в будущее: теоретические и прикладные исследования современной науки. Материалы 8 молодежной международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Научно-издательский центр «Открытие». 2015. С. 40-44.

3. **Лебедева, О.А.** Оптимизация маршрутной сети городского общественного транспорта / О.А. Лебедева // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2018. № 12. С. 185-188.

4. **Лебедева, О.А.** Транспортная инфраструктура как основополагающий фактор эффективного функционирования экономики страны / О.А. Лебедева, Ю.О. Полтавская, З.Н. Гаммаева, Т.В. Кондратенко // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2018. Т. 1. № 15. С. 125-130.

5. **Лебедева, О.А.** Классификация моделей, применяемая к грузовым системам / О.А. Лебедева, А.Ю. Михайлов // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2016. Т. 1. № 1. С. 248-251.

6. **Лебедева, О.А.** Сравнительный анализ моделей прогнозирования спроса на грузовые перевозки / О.А. Лебедева // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2022. № 19. С. 108-114.

7. **Лебедева, О.А.** Транспортное планирование в рамках интеграции моделей землепользования и оценки спроса / О.А. Лебедева // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. 2022. № 19. С. 103-107.